

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 9 月 9 日 (09.09.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/083915 A1

(51) 国際特許分類: H04B 10/04, 10/06,
10/142, 10/152, H04Q 7/36
(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/003238
(22) 国際出願日: 2005 年 2 月 21 日 (21.02.2005)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2004-052303 2004 年 2 月 26 日 (26.02.2004) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人情報通信研究機構 (NATIONAL INSTITUTE

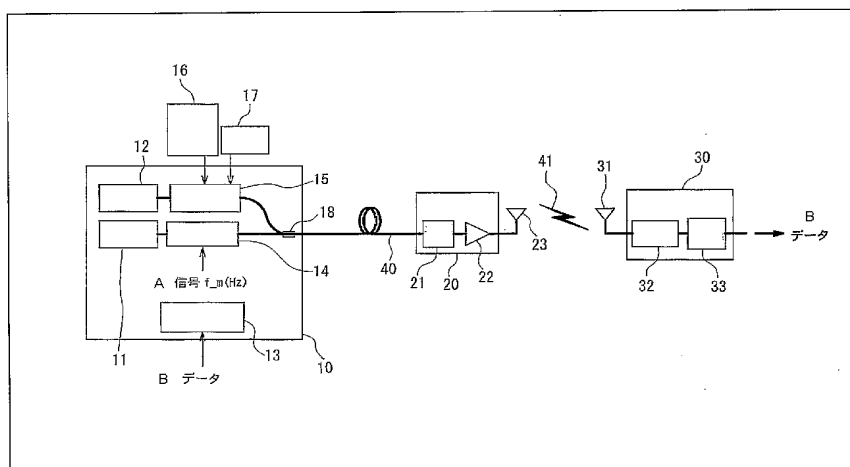
OF INFORMATION AND COMMUNICATIONS
TECHNOLOGY, INDEPENDENT ADMINISTRA-
TIVE AGENCY) [JP/JP]; 〒1840015 東京都小金井市
貫井北町4-2-1 Tokyo (JP). 住友大阪セメント株式会社
(SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD) [JP/JP];
〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 Tokyo
(JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荘司 洋三 (SHOJI,
Yozo) [JP/JP]; 〒1840015 東京都小金井市貫井北町4-2-1
独立行政法人情報通信研究機構内 Tokyo (JP). 小川
博世 (OGAWA, Hiroyo) [JP/JP]; 〒1840015 東京都小
金井市貫井北町4-2-1 独立行政法人情報通信研究機
構内 Tokyo (JP). 橋本 義浩 (HASHIMOTO, Yoshihiro)

[続葉有]

(54) Title: FREQUENCY CONVERSION METHOD AND BASE STATION IN RADIO OPTICAL FUSION COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 無線光融合通信システムにおける周波数変換方法及び基地局



A SIGNAL f_m (Hz)
B DATA

(57) Abstract: In a radio optical fusion communication system combining an optical fiber transmission path with a radio transmission path, a base station uses a first light and a second optical source, intermediate-frequency band signal generation means for generating a modulation signal in an intermediate-frequency band, a modulator for modulating the optical signal from the first optical source into an SSB optical modulation signal by the intermediate-frequency band signal, and optical mixer for mixing the modulated optical signal with the optical signal from the second optical source and optical-transmitting them, so that frequency of any one of the optical signals is adjusted so that its difference is equal to the radio modulation signal frequency, thereby switching the frequency channel of the radio modulation signal in the radio transmission path.

(57) 要約: 光ファイバ伝送路と無線伝搬路を融合した無線光融合通信システムにおいて、基地局において第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信

[続葉有]

WO 2005/083915 A1



[JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8
住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 渡邊 敏 (WATANABE, Satoshi); 〒1600008 東京都新宿区三栄町 1 8 - 2 0 パークサイド四谷 2 階
渡辺特許法律事務所内 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

号を SSB 光変調信号に変調する変調器と、変調された光信号と第 2 光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器とを用い、いずれかの光信号の周波数について、その差が所望の無線変調信号周波数になるように調整し、無線伝搬路における無線変調信号の周波数チャネルを切り換える。

明細書

無線光融合通信システムにおける周波数変換方法及び基地局

技術分野

- 5 本発明は、光ファイバ伝送と無線通信を融合させた無線光融合通信システムに関し、より詳しくは、該無線通信システムにおいて無線周波数を切り換える技術に係るものである。

背景技術

- 10 従来から本件出願人らの研究等により、光ファイバ伝送と無線通信を融合させた無線光融合通信システムが提案されている。特に本願出願人らの方式では、異なる波長からなる第1及び第2のレーザ光源を用いて光信号を発生させ、中間周波数帯信号によって第1の光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号や両側波帯（DSB）光変調信号に変調すると共に、それを第2の光信号と共に混合して送信する。

- 15 そして、無線通信経路では、光信号を光電気変換して無変調キャリアと無線変調信号を生成し、受信の際に両者の乗積成分を生成することで中間周波数帯変換信号を取り出して信号を復調するものである。

- 20 このような自己ヘテロダイン伝送方式によれば、受信信号を安定的に再生でき、しかも基地局からアンテナ局まで光ファイバ伝送により数km程度の距離を低損失に送信できる特徴があり、好適な通信システムを実現できる。

- 25 図10は、本方式による無線光融合通信システムの構成図である。図に示すように基地局（100）、リモートアンテナ局（110）、受信端末（120）から成り、基地局（100）とリモートアンテナ局（110）の間は光ファイバ伝送路（130）、リモートアンテナ局（110）と受信端末（120）の間は無線伝搬路（131）で接続されている。

基地局（100）には発振周波数 f_1 (Hz) で単一モード発振する第1レー

ザ光源（１０１）と、同様に発振周波数 f_2 (Hz) で発振する第２レーザ光源（１０２）と共に、送信する情報信号データで変調された中間周波数帯変調信号を発生する中間周波数帯信号発生器（１０３）が設けられる。

そして、中間周波数帯信号発生器（１０３）で発生した中間周波数
5 f_m (Hz) の中間周波数帯信号を、変調信号として基地局（１００）内の光変調器（１０４）に入力し、上記第１レーザ光源（１０１）からの第１光信号は、該光変調器（１０４）において変調された信号光となる。なお、本構成では光変調器（１０４）としてキャリア抑圧型の光単側波帯（光SSB）変調器を用いるため、キャリア残留型のイメージ抑圧信号を得る。

10 また、第２レーザ光源（１０２）からの第２光信号は無変調のまま光混合器（１０５）に入力し、前記光変調器（１０４）からの光信号と混合されるので、光ファイバ伝送路（１３０）における光スペクトラム（１４０）は図のようになる。すなわち、周波数 f_2 (Hz) の第２光信号（１４１）、周波数 f_1 (Hz) の第１光信号（１４２）、周波数 $f_1 + f_m$ (Hz) の変調信号（
15 １４３）から構成される。

光ファイバ伝送路（１３０）を介して接続されたりモートアンテナ局（１１０）では受信した光信号は光電気変換器（１１１）により自乗検波され、増幅器（１１２）で増幅された後にアンテナ（１１３）から空中に放射される。

20 このときの無線信号のスペクトラム（１４４）は図の通りであり、キャリア周波数が $f_1 - f_2$ (Hz)（例えばミリ波周波数）のイメージ抑圧型信号である。

本方式によると、リモートアンテナ局（１１０）に下側波帯のみを除去する無線周波数帯フィルタや、受信端末（１２０）に発振器などが不要で
25 あり、低コスト化が図られる。

受信端末（１２０）では、アンテナ（１２１）により前記信号を受信して図示しない増幅器やバンドパスフィルタを介し、検波器（１２２）で自乗検波して、信号復調器（１２３）へ送る。無線信号（１４４）の無変調キャリア（１４５）と無線変調信号成分（１４６）の２成分の乗積成分が

生成されることで、中間周波数帯信号が再生される。該中間周波数帯信号を、信号復調器（1 2 3）に入力することにより、復調され、情報信号データを取り出すことができる。

5 ところで、このような無線光融合通信システムをマルチセル環境に導入するためには、周波数の繰り返し利用と、隣接セル間干渉の観点から無線周波数チャネルを変更することが望ましいが、従来このような無線周波数チャネルを切り換える方式は提案されていなかった。

10 本発明は、上記従来技術の有する問題点に鑑みて創出されたものであり、簡便にかつ高速に無線周波数チャネルを切り換える技術を提供することを目的とする。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明による周波数変換方法は次の特徴を備える。

15 すなわち、請求項 1 に記載の発明は、無線変調信号を基地局で生成し、該無線変調信号を電気光変換することで変調形態を維持したまま光信号に変換してリモートアンテナ局まで光ファイバ伝送し、該リモートアンテナ局では該伝送された光信号を光電気変換することで無線変調信号を取り出してアンテナより無線送信する無線光融合通信システムに係る。

20 そして、該システムにおける基地局が、異なる周波数の光信号を発生する第 1 光源及び第 2 光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第 1 光源からの光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号、もしくは両側波帯（DSB）光変調信号に変調する変調器と、該変調された光信号と該第 2 光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器とを少なくとも備える構成を用いる。

25

 本発明は、該構成において、第 1 光源・第 2 光源からの光信号の両方又はいずれかの周波数について、両光信号の周波数の差が所望の無線変調信号周波数になるように調整することにより、リモートアンテナ局で取り出

される無線変調信号の周波数チャネルを切り換えることを特徴とするものである。

また、請求項 2 に記載の周波数変換方法は、第 1 光源・第 2 光源の少なくともいずれかの後段に、光周波数シフタを挿入して、当該光源からの光
5 信号の周波数をシフトさせるものである。

請求項 3 に記載の発明によると、上記請求項 2 の光周波数シフタが、メインマッハツェンダの中に 2 つのサブマッハツェンダを含む光導波路を備え、周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号で駆動する構成において、印可する電圧を変じて各導波路間で所定の位相差を生じさせることにより前記発振信号周波数に応じた周波数シフトを行うことを特徴とする。
10

請求項 4 に記載の周波数変換方法では、前記所定の位相差について、サブマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi$ 若しくは $-\pi$ に設定する一方、メインマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi/2$ と $-\pi/2$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の 2 倍に相当する周波数シフト量を得ることができる。
15

あるいは、請求項 5 に記載のように、所定の位相差について、メインマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi/2$ 若しくは $-\pi/2$ に設定する一方、サブマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi$ と $-\pi$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の 2 倍に相当する周波数シフト量を得ることもできる。
20

請求項 6 の発明では、前記印加する電圧を所定のパルス周波数・パルスパターン・パルス電圧にしたパルス列で構成し、前記無線変調周波数をホッピングさせることを特徴とする。
25

周波数ホッピングの別態様として、請求項 7 のように、前記周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号において、該周波数をホッピングさせることにより前記無線変調周波数をホッピングさせることもできる。

本発明では、上記のような無線光融合通信システムにおける周波数変換方法を備えた基地局を提供することもできる。

図面の簡単な説明

- 第1図は、本発明による無線光融合通信システムの構成図である。
- 5 第2図は、光ファイバ伝送路における光スペクトラムである。
- 第3図は、無線変調信号におけるスペクトラムである。
- 第4図は、受信器における受信パワーの特性図である。
- 第5図は、本発明における光周波数シフタの平面図である。
- 第6図は、本発明における光周波数シフタのa-a'断面図である。
- 10 第7図は、本発明における光周波数シフタのb-b'断面図である。
- 第8図は、各光導波路における光成分の様子を示した図である。
- 第9図は、各光導波路における光成分の様子を示した図である。
- 第10図は、従来の構成における無線光融合通信システムの構成図である。

15 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の最良と考えられる実施形態を、図面に示す実施例を基に説明する。なお、実施形態は下記に限定されるものではない。

- 図1に本発明に係る無線光融合通信システムの全体構成を示す。図10に示した構成と基本的な要素は同一であり、すなわち基地局(10)、リモートアンテナ局(20)、受信端末(30)が、それぞれ光ファイバ伝送路(40)、無線伝搬路(41)で接続されている。
- 20

- 前述同様、基地局(10)には発振周波数 f_1 (Hz)で単一モード発振する第1レーザ光源(11)と、同様に発振周波数 f_2 (Hz)で発振する第2レーザ光源(12)、中間周波数帯信号発生器(13)、キャリア抑圧型の光単側波帯(光SSB)変調器(14)が配設される他、本発明では新たに第2レーザ光源(12)の直後段に光周波数シフタ(15)を設けている。
- 25

リモートアンテナ局(20)及び受信端末(30)の構成は図10の構成と同一である。リモートアンテナ局(20)には受信した光信号を自乗

検波する光電気変換器（２１）、増幅器（２２）、アンテナ（２３）を、受信端末（３０）にはアンテナ（３１）や、図示しない増幅器やバンドパスフィルタ、検波器（３２）、信号復調器（３３）を設けている。

本発明は、無線伝搬路における無線周波数を切り換える技術を創出したものであり、本発明に係る自己ヘテロダイン伝送方式の利点を生かし、レーザ光源（１１）（１２）の光周波数を変化させるだけで無線周波数を切り換えることを提案する。

すなわち、本発明では無線周波数として主にミリ波帯を想定しているが、ミリ波帯の機器は高額であり、特に高安定な機器は開発が困難である問題があり、高速かつ安定的に無線周波数チャンネルを切り換える技術が必要であった。

自己ヘテロダイン伝送方式によれば、２つのレーザ光源における光周波数の差が無線伝搬路における無線周波数となるため、ミリ波帯機器を用いることなく無線周波数チャンネルを切り換えることが可能となる。本発明はこの特徴に着目してなされたものであり、これまで自己ヘテロダイン伝送方式のシステムで提案されていなかった、光周波数を変化させることを提案するものである。

従って、最もシンプルな実施態様としては、第１レーザ光源（１１）又は第２レーザ光源（１２）のいずれかの発振周波数を変化させることが考えられる。発振周波数 f_1 (Hz)－発振周波数 f_2 (Hz) が無線周波数チャンネルとなるため、例えば第１レーザ光源（１１）の発振周波数を高めれば無線周波数も高くなり、チャンネルを切り換えることが可能である。

これを図２、図３を用いて説述すると、図２は光ファイバ伝送路（４０）における光スペクトラムであり、光混合器（１８）により混合された後では、周波数 $f_1 + f_m$ (Hz) の変調信号（４２）、周波数 f_1 (Hz) 及び周波数 f_2 (Hz) の発振信号（４３）（４４）の周波数分布になる。変調信号（４２）と発振信号（４３）はそれぞれ無線伝搬路におけるミリ波周波数分、中間周波数分だけ離れているため、発振信号（４４）が例えば f_s (Hz) シフトするとそれに伴って同量だけシフトする。

そして、無線伝搬路（４１）では、図３に示すようにミリ波帯においてキャリア成分（４５）と変調信号成分（４６）が伝搬し、この時のミリ波帯における周波数も、同様に f_s (Hz) シフトすることになる。すなわち、光周波数シフタで与えられるシフト量に応じて、キャリア成分＋信号成分を任意にシフトさせる。

さて、受信パワー特性は、図３に示すように、マルチパス環境では、同じ情報を含む複数の電波が同時に受信端末へ到達するため、受信信号の位相関係によっては、受信パワー（PW）が大幅に減衰するといった課題がある。特に、ミリ波のような高い周波数の無線信号は、送信アンテナー受信端末間の距離（D）を僅かに変えるだけで受信信号の位相関係が簡単に変わり受信パワー劣化が起こる場合があるため、シームレスな通信が困難となる。しかし、無線キャリア周波数を高速ホッピングし、同一情報を含み距離特性の異なる受信信号を合成することにより、等価的にどの距離で信号を受信しても、受信パワーの劣化を抑えることが可能となる。

ところで、現今の技術によると、半導体レーザの発振周波数を変更するためには、温度制御を高精度に行うか、レーザ共振器長を高精度に機械制御する必要があり、必ずしも容易とは言えないため、最適な実施態様としては、第２レーザ光源（１２）や第１レーザ光源（１１）の直後段に光周波数シフタ（１５）を挿入する構成を提案する。

光周波数シフタ（１５）の構成について、図５に平面図を、図６に断面 $a-a'$ における断面図を、図７に断面 $b-b'$ における断面図をそれぞれ示しながら説述する。本光周波数シフタ（１５）は、ニオブ酸リチウムを用いて作製される X-cut LN 変調器と呼ばれ、メインマッハツェンダ（MMZ）（５０）の中に、２つのサブマッハツェンダ（SMZ）（６０）（７０）を入れ込んだ光導波路と、RF+DC 電極（Hot）を２ポート（６１）（７１）及び DC 電極（Hot）を１ポート（５１）から構成されている。なお、RF+DC 電極は１つのポートにせず、サブマッハツェンダ内で RF 電極と DC 電極の２つのポートに直列して配置してもよい。

図６及び図７に示されるように、サブマッハツェンダ（６０）（７０）に

において、RF+DC電極（6 1）（7 1）の両側には基板全面に形成されているGND電極（6 2）が位置するため、RF+DC電極（6 1）とGND電極（6 2 a）、以下同様にRF+DC電極（6 1）とGND電極（6 2 b）、RF+DC電極（7 1）とGND電極（6 2 b）、RF+DC電極（7 1）とGND電極（6 2 c）にはそれぞれRF+DC電極からGND電極に向けた電界が生じる。このとき、電極間の基板内に設けられた光導波路（6 3）（6 4）間で光位相差 π を、光導波路（7 2）（7 3）間でも同様に光位相差 π をそれぞれ生じるようにDC電圧を印加する。

DC電圧は光周波数シフタ（1 5）に接続したDC電源器（1 6）によって行い、上記RF+DC電極（6 1）（7 1）、後述するDC電極（5 1）の3つの電極にそれぞれ独立した電圧を印加することができる。

さらに、RF+DC電極（6 1）（7 1）からは、シフトさせる周波数に対応するRF周波数 f_s (Hz) のRF発振信号を入力し、第2レーザ光源（1 2）からの発振周波数 f_2 (Hz) が f_s (Hz) だけシフトした光成分を生成するようにする。なお、RF発振信号は、光周波数シフタ（1 5）に接続したマイクロ波発振器（1 7）によって生成する。

また、メインマッハツェンダ（5 0）は図7のように、中央にDC電極（5 1）を配し、その両側にはGND電極（6 2 d）（6 2 e）が位置し、その間には上記光導波路（6 3）（6 4）が合成された光導波路（5 2）、光導波路（7 2）（7 3）が合成された光導波路（5 3）がそれぞれ基板内に設けられている。

DC電極（5 1）からは電圧を印加し、 f_s (Hz) だけシフトした上記発振周波数を上側波帯にシフト（すなわち $+f_s$ だけ周波数シフト）または、下側波帯にシフト（ $-f_s$ だけ周波数シフト）する。すなわち、上側波帯シフト時および下側波帯シフト時にそれぞれ、光導波路W1（5 2）及び光導波路W2（5 3）に下記表のような誘導位相量を生じさせる電圧をDC電極（5 1）から印加する。

光導波路	上側波帯シフト時	下側波帯シフト時
W1 (5 2)	$-\pi/4$	$+\pi/4$
W2 (5 3)	$+\pi/4$	$-\pi/4$

以下、さらに詳述する。

図8の(a)～(g)及び図9の(a)～(g)はそれぞれ、光導波路(6 3)、(6 4)、(7 2)、(7 3)、(5 2)、(5 3)、および光導波路(5 2)(5 3)を合成した光導波路(5 4)における光成分を示した図である。図8は、上側波帯シフト時のものであり、(a)は光導波路(6 3)、(b)は光導波路(6 4)、(c)は光導波路(7 2)、(d)は光導波路(7 3)、(e)は光導波路(5 2)、(f)は光導波路(5 3)、(g)は光導波路(5 4)における光成分を示す図である。また、図9は、下側波帯シフト時のものであり、(a)は光導波路(6 3)、(b)は光導波路(6 4)、(c)は光導波路(7 2)、(d)は光導波路(7 3)、(e)は光導波路(5 2)、(f)は光導波路(5 3)、(g)は光導波路(5 4)における光成分を示す図である。

図示のように、RF+DC電極(6 1)(7 1)に入力するRF発信信号を調整することで、図8の光成分(a)と(b)、(c)と(d)、図9の光成分(a)と(b)、(c)と(d)ではそれぞれ位相が π 異なるようにする。

また、DC電極(5 1)の印加電圧を調整することにより、図8の光成分(e)と(f)では $\pi/2$ の位相差、図9の場合には光成分(e)と(f)では $-\pi/2$ の位相差となるように設定する。

この結果、出力側の光導波路(5 4)においては、図8の場合には光成分(g)のようにJ+1の成分が強調されて印加したRF信号と同等の周波数安定性をもつシフト成分を取り出すことが可能となる。

一方、図9の場合には、光成分(g)のように図8の光成分(g)とはJ0成分を中心に左右反転した配置となるので、J-1成分が強調される

ことになる。

以上のような構成により、光周波数シフタを用いてシフトを行う場合と行わない場合で入力したRF周波数と等倍のシフト量を設定することも可能であるが、その他に2通倍のシフト量を得ることもできる。

- 5 すなわち、上記の原理を用いることにより、DC電極（51）に印加する電圧が図8の場合と図9の場合になるように切り換えれば、図2のようにRF周波数 f_s の2倍の周波数シフト量を容易に得ることができる。

- 10 2通倍シフトを実現することは、シフト周波数の高効率性のみならず、RF周波数の上昇に伴う高V π 化を抑制することができるので、通常周波数を変更するたびに必要となる光変調指数の調整を大幅に低減することができる。

- 15 周波数シフタ（15）は、第1レーザ光源（11）の直後段、光変調器（14）との間に設けることもできる。このように光源の直後とすることで光源の光量が大きく、変調スペクトルが無いため、シフト調整しやすい点でメリットがあるが、光変調器（14）の直後でもよい。

- 20 本発明の別な実施形態として、上記のようにメインマッハツェンダ（50）における印加電圧の調整により光導波路（52）（53）に与える位相差は $|\pi/2|$ と固定した上で、サブマッハツェンダ（60）（70）において、極性が反転するように構成しても同様の効果を得ることができる。

- 25 すなわち、上記では図8と図9においては両方のサブマッハツェンダ（60）（70）で共に π の位相差となるように設定したが、これを一方では $-\pi$ 、他方では $+\pi$ になるように設定し、メインマッハツェンダでは位相差を $|\pi/2|$ となるように設定してもよい。

- 30 さらに、別実施形態として、上記のDC電源器（16）の代わりにパルス発生器を用いることができる。この場合、光周波数シフタを高速なパルス列で駆動することにより、パルス周波数・パルスパターン・パルス電圧に応じた高速な周波数ホッピングが無線信号に発生させることもできる。このように周波数ホッピングすると、図4に示す受信端末（30）の受信パワー特性のように、周波数ダイバーシチ効果を得ることが出来るので、

マルチパス環境に強い耐性を有する。

周波数ホッピングを生じさせる方法としては、上記RF信号を発振するマイクロ波発振器（17）に代えて、公知のホッピングシンセサイザを用いる構成でもよい。本発明では周波数 f_s によりシフト量が変わるため、これをホッピングさせることでも、同様に無線周波数帯のキャリア成分と変調信号成分が共にホッピングするように構成できる。

以上の発明により次の効果を奏する。

すなわち、本発明によるとレーザ光源からの光周波数を変更することにより、任意に周波数の変換が可能であり、無線周波数チャンネルを切り換えることができる。特に、光周波数シフタを用いると、光源において複雑な光周波数制御機能を搭載する必要がなく、高速かつ高安定な無線周波数チャンネルの切り換えに寄与する。その際、光周波数シフタを駆動する回路にはミリ波帯仕様の部品を用いることがないため、回路の低コスト化を図ることもできる。

上述した2週倍の周波数シフトを用いると、光周波数シフタに入力する発振信号として低周波数の入力信号でも、より大きな周波数チャンネルの変更が可能である。

さらに、簡便に周波数ホッピングが実現できるため、無線伝搬路がマルチパス環境である場合に、周波数ダイバーシチ効果によって高品位な通信が可能となる。

産業上の利用可能性

無線周波数チャンネルを切り替える方式の無線光融合通信システムに利用可能である。

請求の範囲

1. 無線変調信号を基地局で生成し、該無線変調信号を電気光変換することで変調形態を維持したまま光信号に変換してリモートアンテナ局まで光ファイバ伝送し、該リモートアンテナ局では該伝送された光信号を光電気変換することで無線変調信号を取り出してアンテナより無線送信する無線光融合通信システムにおいて、基地局が、異なる周波数の光信号を発生する第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号、もしくは両側波帯（DSB）光変調信号に変調する変調器と、該変調された光信号と該第2光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器とを少なくとも備える構成を用い、該第1光源・該第2光源からの光信号の両方又はいずれかの周波数について、両光信号の周波数の差が所望の無線変調信号周波数になるように調整することにより、該リモートアンテナ局で取り出される無線変調信号の周波数チャンネルを切り換えることを特徴とする無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
2. 前記周波数変換方法において、前記第1光源・前記第2光源の少なくともいずれかの後段に、光周波数シフタを挿入して、当該光源からの光信号の周波数をシフトさせる請求項1に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
3. 前記光周波数シフタが、メインマッハツェンダの中に2つのサブマッハツェンダを含む光導波路を備え、周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号で駆動する構成において、印可する電圧を変じて各導波路間で所定の位相差を生じさせることにより前記発振信号周波数に応じた周波数シフトを行う請求項2に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。

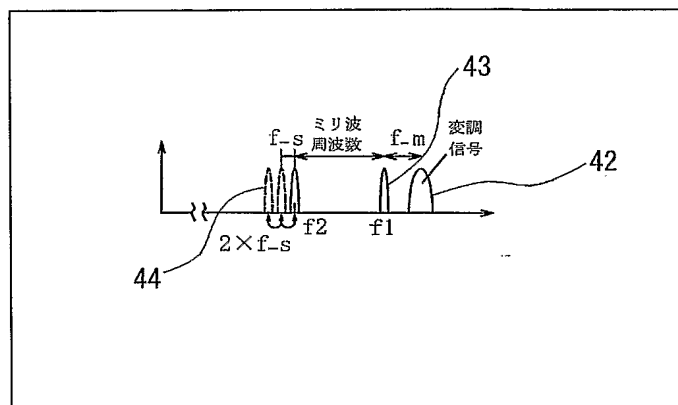
4. 前記所定の位相差について、サブマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi$ 若しくは $-\pi$ に設定する一方、メインマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi/2$ と $-\pi/2$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の2倍に相当する周波数シフト量を得る請求項3に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
5. 前記所定の位相差について、メインマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi/2$ 若しくは $-\pi/2$ に設定する一方、サブマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi$ と $-\pi$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の2倍に相当する周波数シフト量を得る請求項3に記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
6. 前記印加する電圧を所定のパルス周波数・パルスパターン・パルス電圧にしたパルス列で構成し、前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項3ないし5のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
7. 前記周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号において、該周波数をホッピングさせることにより前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項3ないし5のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける周波数変換方法。
8. 無線変調信号を基地局で生成し、該無線変調信号を電気光変換することで変調形態を維持したまま光信号に変換してリモートアンテナ局まで光ファイバ伝送し、該リモートアンテナ局では該伝送された光信号を光電気変換することで無線変調信号を取り出してアンテナより無線送信する無線光融合通信システムにおける基地局であって、

- 異なる周波数の光信号を発生する第1光源及び第2光源と、中間周波数帯で変調信号を生成する中間周波数帯信号発生手段と、該中間周波数帯信号で該第1光源からの光信号をキャリア非抑圧型の単側波帯（SSB）光変調信号、もしくは両側波帯（DSB）光変調信号に変調する変調器と、該変調された光信号と該第2光源からの光信号とを混合して光送信する光混合器と共に、該第1光源・該第2光源からの光信号の両方又はいずれかの周波数について、両光信号の周波数の差が所望の無線変調信号周波数になるように調整可能な調整手段を備えたことを特徴とする無線光融合通信システムにおける基地局。
- 5
- 10 9. 前記基地局において、前記第1光源・前記第2光源の少なくともいずれかの後段に、光周波数シフタを挿入して、当該光源からの光信号の周波数をシフトさせる請求項8に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
- 15 10. 前記光周波数シフタが、メインマッハツェンダの中に2つのサブマッハツェンダを含む光導波路と共に、該各サブマッハツェンダには周波数シフト量を決定する所定の発振信号及び印加電圧を入力する電極と、メインマッハツェンダには所定の印加電圧を入力する電極とを備え、周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号で駆動する構成において、印可する電圧を変じて各導波路間で所定の位相差を生じさせることにより前記発振信号周波数に応じた周波数シフトを行う請求項9に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
- 20
- 25 11. 前記所定の位相差について、サブマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi$ 若しくは $-\pi$ に設定する一方、メインマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi/2$ と $-\pi/2$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周

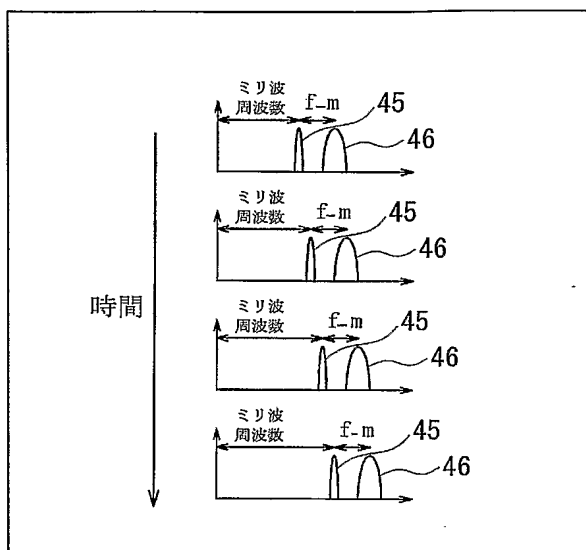
波数の 2 倍に相当する周波数シフト量を得る請求項 10 に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。

- 5 12. 前記所定の位相差について、メインマッハツェンダの導波路間位相差を $+\pi/2$ 若しくは $-\pi/2$ に設定する一方、サブマッハツェンダの導波路間位相差が $+\pi$ と $-\pi$ とで反転するように電圧を印加することにより、光源からの光信号の周波数から上側波帯成分及び下側波帯成分にそれぞれ上記所定の周波数分だけシフトさせ、該所定の周波数の 2 倍に相当する周波数シフト量を得る請求項 10 に記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
- 10 13. 前記印加する電圧を所定のパルス周波数・パルスパターン・パルス電圧にしたパルス列で構成し、前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項 10 ないし 12 のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける基地局。
- 15 14. 前記周波数シフト量を決定する所定の周波数の発振信号において、該周波数をホッピングさせることにより前記無線変調周波数をホッピングさせる請求項 10 ないし 12 のいずれかに記載の無線光融合通信システムにおける基地局。

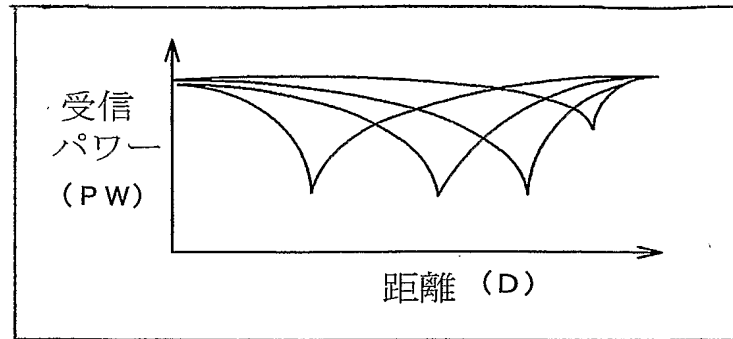
第2図



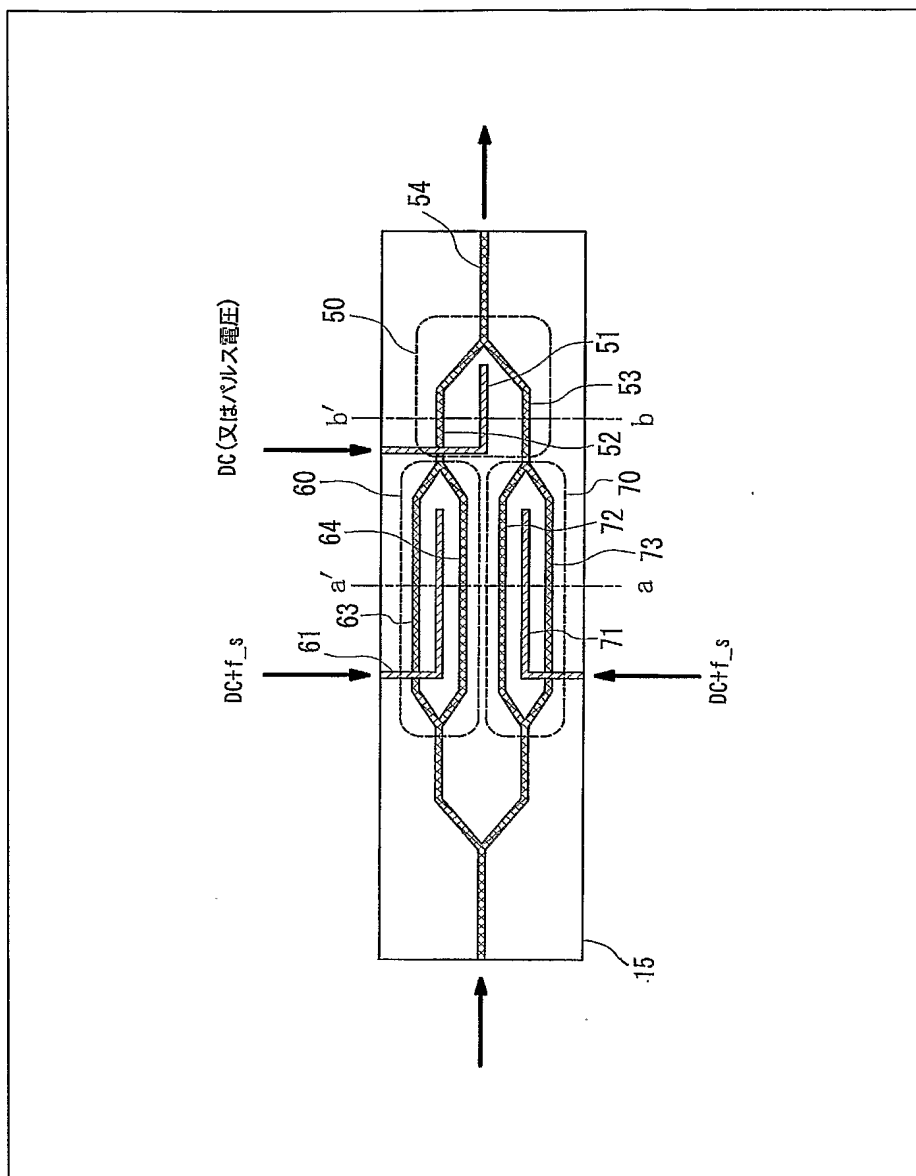
第3図



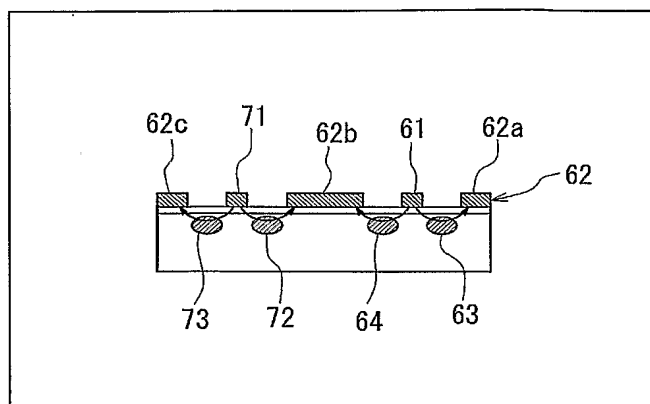
第4図



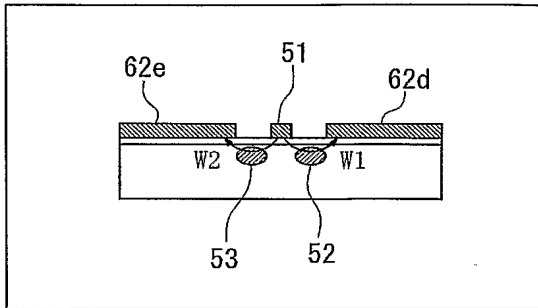
第 5 図



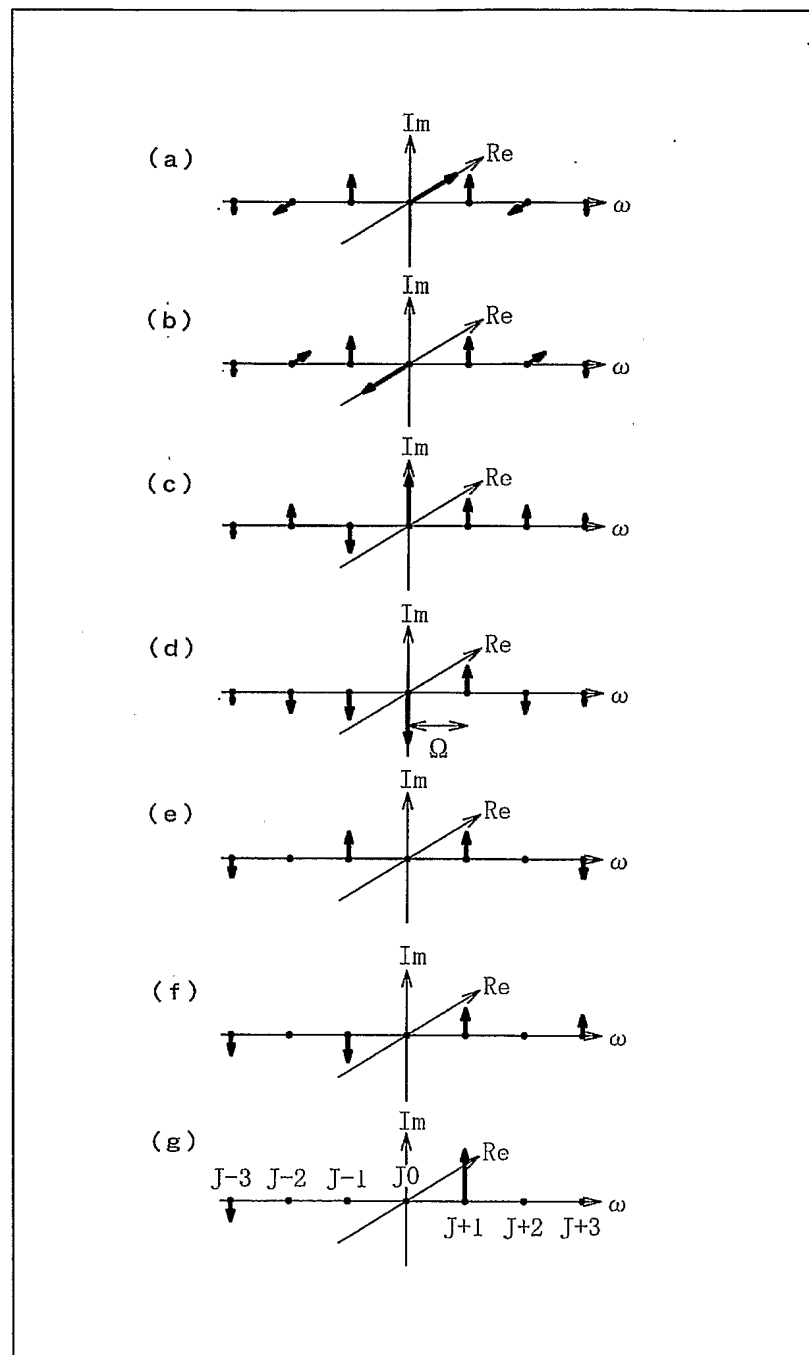
第6図



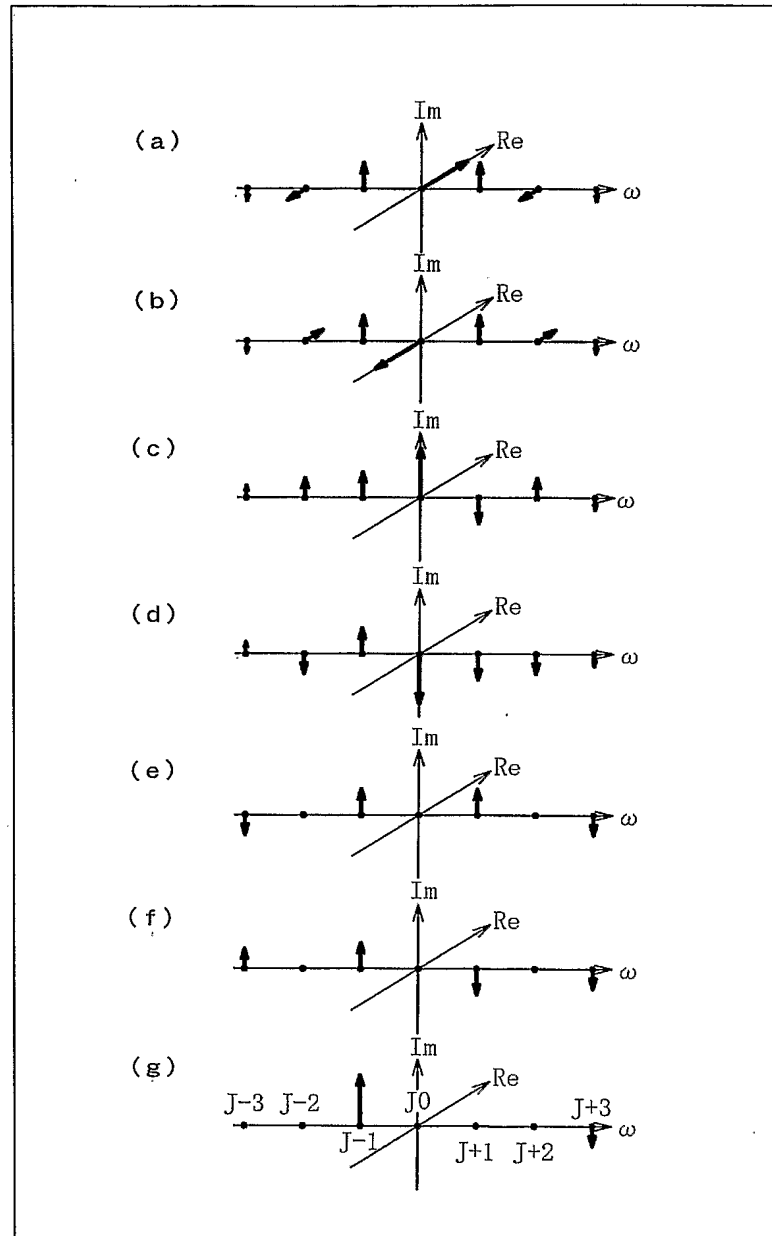
第7図



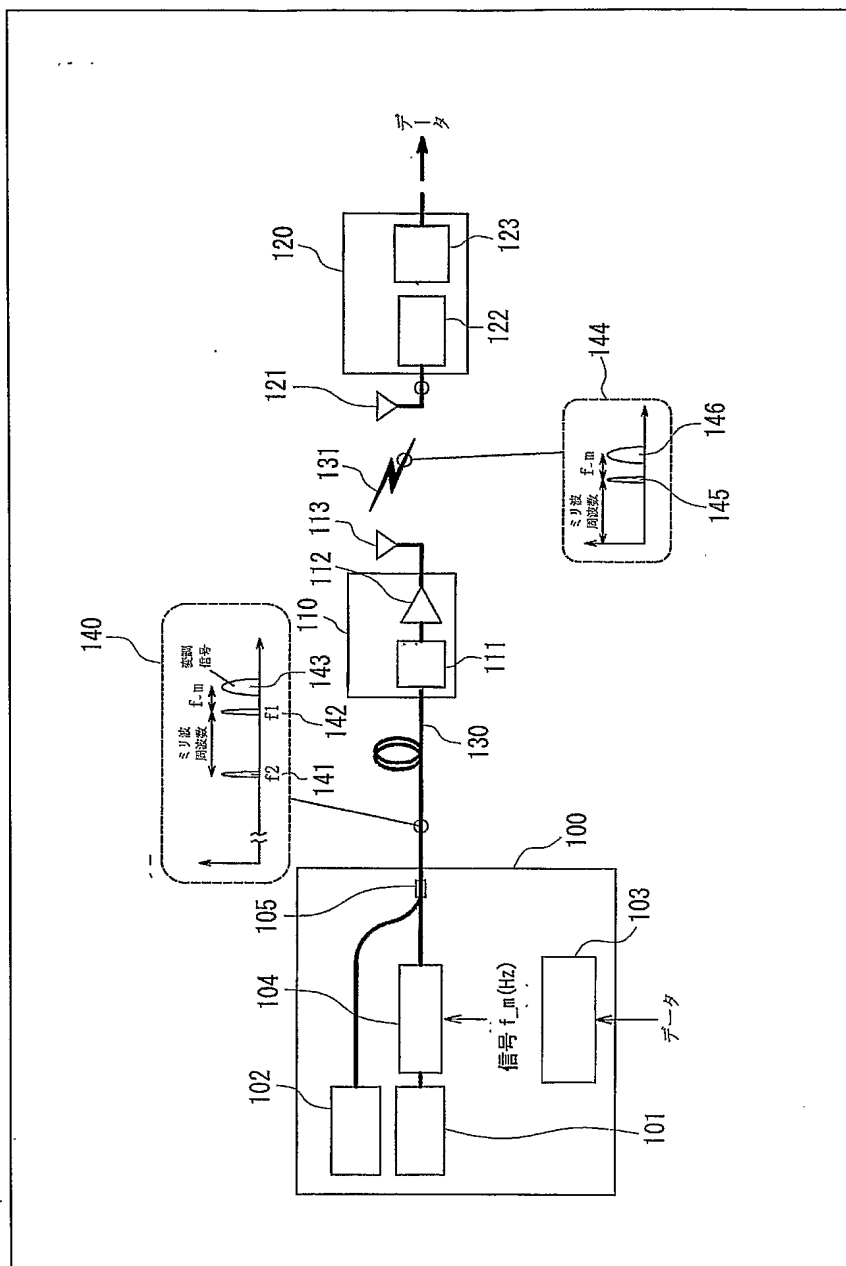
第8図



第9図



第10図



符号の説明

1 0	基地局
1 1	第 1 レーザ光源
1 2	第 2 レーザ光源
1 3	中間周波数帯信号発生器
1 4	光変調器
1 5	周波数シフタ
1 6	D C 電源器
1 7	マイクロ波発振器
1 8	光混合器
2 0	リモートアンテナ局
2 1	光電気変換器
2 2	増幅器
2 3	アンテナ
3 0	受信端末
3 1	アンテナ
3 2	検波器
3 3	信号復調器
4 0	光ファイバ伝送路
4 1	無線伝搬路

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/003238

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H04B10/04, 10/06, 10/142, 10/152, H04Q7/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04B10/04, 10/06, 10/142, 10/152, H04Q7/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-135211 A (Telecommunications Advancement Organization of Japan), 10 May, 2002 (10.05.02), Claim 1; Figs. 1, 2 (Family: none)	1-14
A	JP 2000-310800 A (ATR Adaptive Communications Research Laboratories), 07 November, 2000 (07.11.00), Claim 1; Fig. 5 & US 6674969 B1	1-14



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May, 2005 (24.05.05)

Date of mailing of the international search report

07 June, 2005 (07.06.05)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁷ H04B10/04, 10/06, 10/142, 10/152, H04Q7/36

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int.Cl.⁷ H04B10/04, 10/06, 10/142, 10/152, H04Q7/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2002-135211 A (通信・放送機構) 2002.05.10、請求項1、第1、2図 (ファミリーなし)	1-14
A	JP 2000-310800 A (株式会社エイ・ティ・アール 環境適応通信研究所) 2000.11.07、請求項1、第5図、 & US 6674969 B1	1-14

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
24.05.2005

国際調査報告の発送日
07.6.2005

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

5 J 9274

工藤 一光

電話番号 03-3581-1101 内線 3536